tiyu shiyong mohu shuxue

体育实用模糊数学

孙庆祝 编著

人民体育出版社

体育实用模糊数学

孙庆祝　编著

人民体育出版社

体育实用模糊数学

孙庆祝　编著

*

人民体育出版社出版

曲阜师范大学印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 9 印张150千字

1990年 7 月第 1 版　　　　1990年 7 月第 1 次印刷

印数：1—3000册

责任编辑：骆勤方

ISBN 7—5009—0639—0/G·609

定价：3.50元

内 容 提 要

本书介绍模糊数学的基本知识和在体育中的应用成果。

根据体育工作者的专业特点和数学基础知识水平，为了使初学者和体育工作者易于阅读和应用，作者结合自己多年的教学、研究和应用的经验，深入浅出地介绍了体育应用模糊数学的多种方法，并有机地穿插了几十个在体育中的应用实例。

本书是一本入门性实用书籍，适宜于中等文化程度的体育工作者，大、中、小学体育教师和教练员自学；也可供体育运动学校，师范院校体育专业，体育学院本、专科生，研究生和体育科研人员学习参考。

书中的个别难懂的内容加了“*”符号，数学水平较低的读者可暂不读。

前　言

模糊数学作为一门新兴学科虽然只有短短的历史，但已经充分显示了强大的生命力。它的应用触角涉及到国民经济的各个领域，并取得显著成果。体育领域内存在着大量的模糊现象，模糊数学的诞生，闯开了度量模糊事物的大门，给众多的体育模糊现象的量化提供了工具，促进了体育科研的加速发展，越来越多的同志希望了解、掌握和运用它，要求有一些此类读物，作者根据模糊集合论的基本理论，结合多年来研究应用的经验和实例，编写了此书。希望对促进模糊数学在体育界的普及应用与研究提高有所助益。

本书中的有些方法是探索性的，有待于在今后的应用中进一步检验和完善。为了使广大体育工作者便于阅读和应用，着重讲清方法应用及其设计思路，略去了那些较深的数学概念和推导，力争做到内容简明，应用具体，学以致用。

作者向书中引用的国内外文献的作者们表示诚挚的谢意，特别是个别应用实例在未征求作者意见的情况下作了改写，对此表示歉意，恳请谅解。

本书承蒙全国知名体育教育家华东师范大学黄震教授的关怀、指导，并为此书作序。山东省体育统计学会主任委员，山东师大数学系吴天滨副教授审阅；山东建筑工程学院刘性玉先生从本书初稿到成书，都进行精心指点；石油大学

王为副教授和济宁师专王鲁克讲师也曾给予极大帮助并提供有关材料，在此深表谢意。

限于作者的学识水平，本书虽经努力，但错漏及欠妥之处仍将不少，恳请读者及同行不吝指正！

作　者

1990年5月10日

序

随着科学的发展，各门科学的涉及面也随之日益广阔，在现实社会中必然有许多问题的界限不清晰，甚至是很模糊的现象。我对模糊数学虽然没有深刻的研究，但是也觉得在体育的领域里存在着大量的模糊现象。运用弗晰集合、弗晰逻辑发展起来的弗晰拓扑、弗晰测度论等数学领域，是研究现实世界中许多界限不分明甚至是模糊的问题的数学工具，在模式识别——人工智能等方面早有广泛的应用。

体育工作中许多有待探索的问题、甚至有争议的问题，选拔运动员选材数具的测度问题，都有运用这个数学工具使其清晰化来获得有用结果的必要性。在我国学术领域里模糊数学还是一门新兴的科学，还没有被广泛地运用。

孙庆祝同志编著的“体育实用模糊数学”一书，是我国第一本运用模糊数学对体育领域里存在的界限不清晰甚至模糊的现象，进行模糊定量研究的具有实用价值的好书。作者减略了深奥的数学概念，内容十分简练明瞭，使读者容易学以致用，切合我国体育工作者的实际情况，起到了引导体育学科研究工作走向科学化的坦途的作用。无论体育科研、竞技科研、工作评价、选材学等学术范畴，都有许多界限不很清晰的问题，和模糊现象，这门学科具有很有实用价值的意义，为了有助于我国体育事业的发展，促使竞技水平的提

高向着科学境界迈进，乐于为之作序以资推荐。

黄 震

1990年7月10日

目　录

第一章 模糊集合论基础知识

第一节 普通集合及其运算

一、集合的概念

所谓集合，是指具有某种特定属性的对象的全体。它跟一个概念在人脑里的形成密切相关。在头脑中若形成一个概念，必须弄清楚它的内涵和外延。“外延”是说明有哪些事物符合此概念，实际上这就是一个“集合”。

当我们在考虑一个具体问题时，总是先把问题局限在某一范围内，这就是所谓的“论域”。例如，讨论“球类运动”这一概念，不必去考虑那些与此概念无关的事物，不必去考虑戏曲或舞蹈，我们可以把议题限制在“体育运动项目”这样一个范围内，“体育运动项目”即为“论域”。也称“全集合”。论域是被讨论对象的全体。通常用大写的英文字母U，V，…；X，Y，…等表示。论域中的每一个对象叫作元素，通常以相应的小写字母u，v，…；x，y，…等表示。

给定一个论域U，U中某一部分元素的全体叫做U中的一个集合，也简称“集”。常用A，B，C，…表示。在上举例子中，“体育运动项目”做为一个论域，具体的运动项目如，篮球，排球，足球，短跑，长跑，跳高，跳远等就是元

素。篮、排、足球属于“球类运动”项目这一集合。短跑，长跑，跳高，跳远属于“田径运动”项目这一集合。而短跑，长跑和跳高，跳远又分别属于“径赛”和“田赛”两子集合。

在U里任意给定一个元素x，并且任意给定一个集合A，当x属于A的时候，记作$x \in A$；当x不属于A的时候，记用$x \notin A$。（$\in$读作属于，$\notin$读作不属于）。x要么属于A，要么不属于A，二者必居其一，绝不允许有模棱两可的回答。这样的概念非常确切，这样的集合叫普通集合。例如上例中，x_1＝篮球运动，…，x_4＝短跑，…等，若所有田径项目组成一个集合A，那么$x_1 \notin A$，而$x_4 \in A$。

二、普通集合的表示方法

普通集合的表示方法有三种：

1．列举法：若元素的数目不多时，集合可用列举法（也叫枚举法）表示。亦即$A=\{x_1, x_2, \cdots x_n\}$

例如男子体操竞赛项目的集合可表示为：$A=\{$单杠x_1双杠x_2，自由体操x_3，跳马x_4，吊环x_5，鞍马$x_6\}$。

2．定义法：若元素的项目很多时，或有无限个元素时，可用定义法（也称描述法）表示。即用构成集合的定义来表示集合。也就是用集合元素中的共性来描述之。

例如，设全体短跑运动员为论域U，那么就可以把所有成绩好于10″8的运动员组成集合A，记作$A=\{x|x\in U$，x是短跑成绩好于10″8的人$\}$。类似的全体身高1.75米的短跑运动员所组成的集合记作：

$B=\{x|x\in U$，x是身高1.75米的短跑运动员$\}$。

3．特征函数表示法：特征函数用字母μ来表示，读作

"米尤"。μ可表示元素x是否属于集合A：若$x \in A$，则$\mu_A(x) = 1$；若$x \notin A$，则$\mu_A(x) = 0$；通过各元素的特征函数与集合｛0，1｝中的元素一一对应，就能清楚地勾划出一个集合。

例如一个乒乓球队共有男女队员六人，记作$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$。在这一论域中，男运动员和女运动员的集合可分别表示为：

男运动员集合$A = 0/x_1 + 1/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4 + 1/x_5 + 1/x_6$

女运动员集合$B = 1/x_1 + 0/x_2 + 1/x_3 + 0/x_4 + 0/x_5 + 0/x_6$

式子$0/x_1$不是表示相除，而是表示运动员x_1不属于男运动员这一集合。式子$1/x_1$表示运动员x_1属于女运动员这一集合。即分母表示元素名称，分子表示该元素对应的特征函数值。式中加号也并非表示相加。

三、集合的基本关系和运算符号

（一）包含：用符号"$\supseteq$"来表示。设A，B是论域U的两个集合，如果对任意$x \in U$，若$x \in A$，则可推得$x \in B$，便称B包含A，记作$B \supseteq A$，此时A叫B的子集。如果$B \supseteq A$，又能找到元素$x \in B$但$x \notin A$，则称A是B的真子集，记作$B \supset A$。

如果$B \supseteq A$与$A \supseteq B$同时成立，则称A，B两个集合相等，记作$A = B$。

不含有任何元素的集合叫作空集，用符号Φ表示。根据定义，对任意集合A显然有：

$U \supseteq A \supseteq \Phi$

（二）并集：用符号“$\cup$”来表示。集合A和B的并集$A\cup B$定义为：

$$A\cup B=\{x|x\in A\text{或}x\in B\}\ ;$$

例如：$A=\{a, b, c, d\}$

$B=\{c, d, e, f\}$

$A\cup B=\{a, b, c, d, e, f\}$ 。

（三）交集：用符号“$\cap$”来表示。集合A和B的交集$A\cap B$定义为：

$$A\cap B=\{x|x\in A\text{且}x\in B\}\ ;$$

例如$A=\{a, b, c, d\}$

$B=\{c, d, e, f\}$

$A\cap B=\{c, d\}$ 。

如果两集合不相交，即没有共同的元素，它们的交集是空集：$A\cap B=\phi$　ϕ表示空集。

（四）差集：用符号“\”表示。集合A和B的差集$A\backslash B$定义为：

$$A\backslash B=\{x|x\in A\text{同时}x\notin B\}$$

$$B\backslash A=\{x|x\in B\text{同时}x\notin A\}$$

例如$A=\{a, b, c, d\}$

$B=\{c, d, e, f\}$

$A\backslash B=\{a, b\}$

$B\backslash A=\{e, f\}$ 。

（五）补集：也称余集。用原集的符号上加一横来表示。

$A=\{a, b, c, d\}$,

$B=\{c, d, e, f\}$,

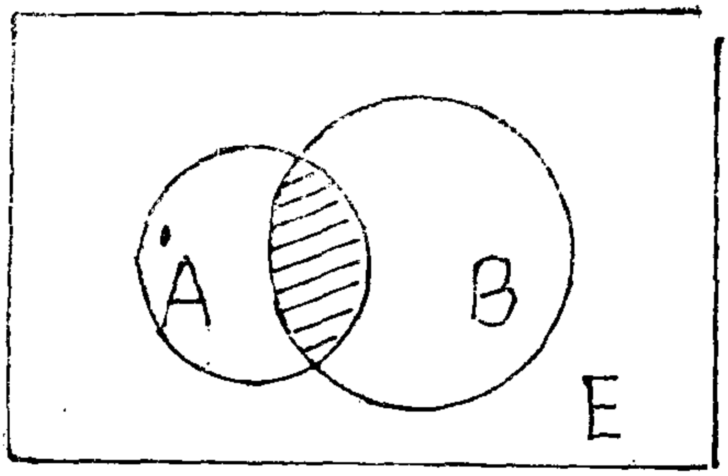
而论域或全集$E=\{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j\}$，

那么$\overline{A}=\{e, f, g, h, i, j\}$，

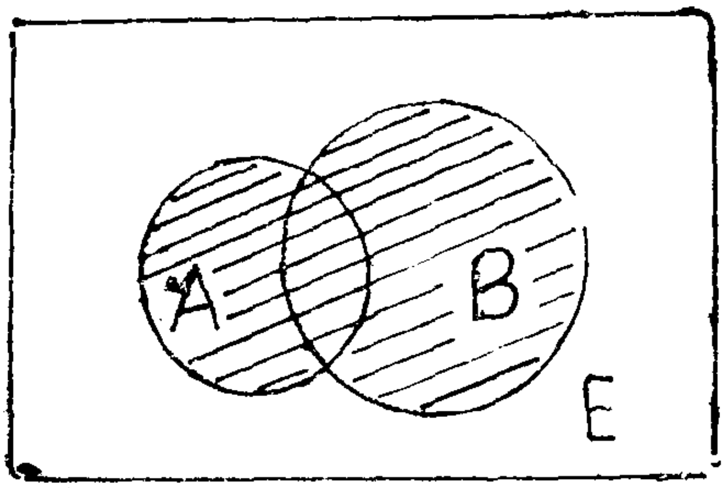
$\overline{B}=\{a, b, g, h, i, j\}$，

以上运算可用图解表示，称为“文氏图”。如图1—1表示。

示例：某篮球队有10人参加一场比赛，上半时有6人上场（4，5，6，7，8，9号），下半时有8人上场（4，5，6 7，8，9，10，11，12号），试问全场一共有几人上场比赛。我们决不会说6+8=14人参加比赛。而是6+3=9人参加了

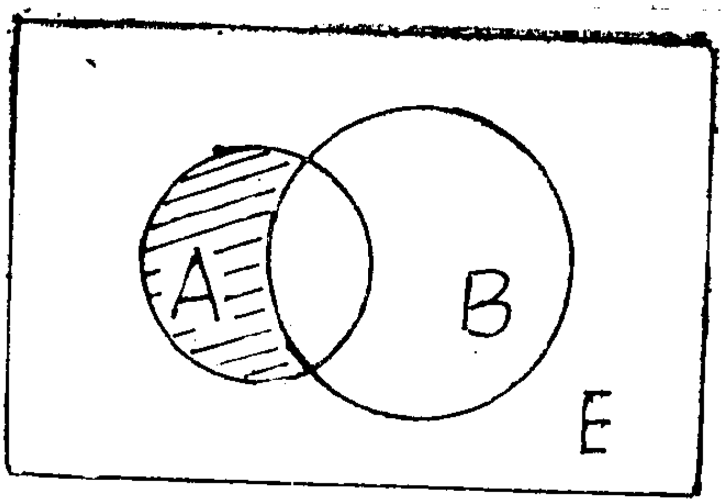


A∩B

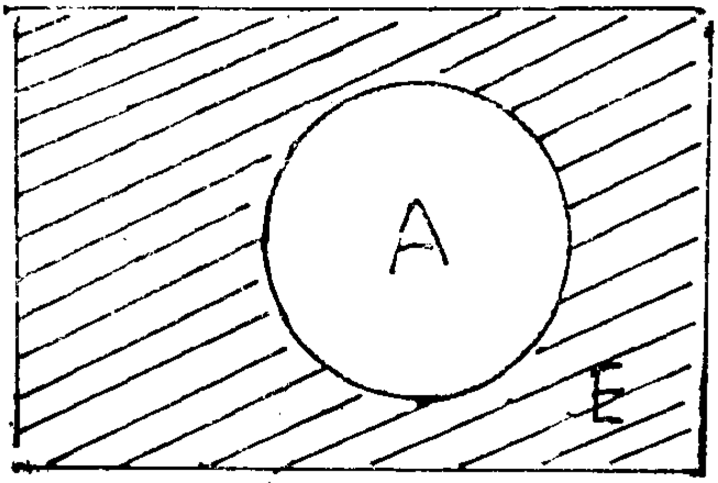


A∪B

图1—1



A\B



$\bar{A}$

图 1—1

比赛，这是因为在14人次中减去了重复上场的 5 人而得。

设论域U＝ $\{x|x$为从 4 号至13号的全体队员$\}$，

上半时上场队员为集合$A=\{4, 5, 6, 7, 8, 9\}$，

下半时上场队员为集合$B=\{4, 5, 6, 7, 9, 10$
$11, 12\}$

并集$A\cup B=\{4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$

如果问上下半时都上场的队员有几人，即求A，B两集的交集：

$A\cap B=\{4, 5, 6, 7, 9\}$。

上半时没有上场的队员就是A的补集

$\overline{A}=\{10, 11, 12, 13\}$

上半时上场而下半时没上场的队员就是集合A和集合B的差集

$A\backslash B\ \{8\}$。

四、普通集合的运算规律。

在普通的加法与乘法运算中，存在着交换律，分配律等。与此类似，在集合的运算中也可以总结出某些规律。这些规律是：

1．交换律：$A\cup B=B\cup A$

$A\cap B=B\cap A$

2．结合律：$A\cup(B\cup C)=(A\cup B)\cup C$

$A\cap(B\cap C)=(A\cap B)\cap C$

3．分配律：$A\cup(B\cap C)=(A\cup B)\cap(A\cup C)$

$A\cap(B\cup C)=(A\cap B)\cup(A\cap C)$

4．传递律　若$A\subset B$，$B\subset C$，

则$A\subset C$

5．幂等律：$A\cup A=A$

$A\cap A=A$

6．同一律：$A\cup U=U$

$A\cup\phi=A$

$A\cap U=A$

$A\cap\phi=\phi$

7．相补律：$A\cup\overline{A}=U$

$A\cap\overline{A}=\phi$

$\overline{U}=\phi$